

意見募集資料

(参考資料)

# 需給調整市場の概要

2018年4月27日

電力広域的運営推進機関

本資料は、需給調整市場に関するこれまでの検討事項を記載したもので、ご意見いただく際の参考資料であり、意見募集の対象ではありません

## 1. 需給調整市場の概要

- 需給調整市場における調達と運用について
- $\Delta kW$ について
- 調達・運用の流れ
- 需給調整市場における商品の細分化・広域調達の時期について

## 2. 需給調整市場で扱う商品について

- 商品の要件
- 要件定義の考え方

## 3. 需給調整市場システム(調達)の拡張性

## 4. 現状の論点整理

## 1. 需給調整市場の概要

- 需給調整市場における調達と運用について
- $\Delta kW$ について
- 調達・運用の流れ
- 需給調整市場における商品の細分化・広域調達の時期について

## 2. 需給調整市場で扱う商品について

- 商品の要件
- 要件定義の考え方

## 3. 需給調整市場システム(調達)の拡張性

## 4. 現状の論点整理

- 需給調整市場においても現状の調整力の運用と同様、GC前に実需給時点で出力を調整できる状態の電源等を商品毎にそれぞれの時間に必要な量を確保する「調整力の調達」、GC後に実際に発生した誤差に対して、GC前に確保した調整力やGC後の余力を活用して運用する「調整力の運用」の二つの側面がある。

## 需給調整市場に係る検討範囲について

- 需給調整市場に関しては、ゲートクローズ (GC) までの間に需給調整市場における $\Delta kW$ の確保という側面と、実運用において調達した調整力を運用する (実際に運用した調整力に対し $kWh$ 価値を支払う) 側面が存在する。
- 調整力の調達フェーズ及び運用フェーズにおいて、確実性・透明性や効率性、柔軟性を高めていくことが可能な枠組みを構築していくことが重要になるのではないかと。



調整力の「調達」に関して、商品の要件や取引スケジュールに関する意見募集を実施する

2017年8月第5回調整力の細分化及び広域調達の技術的検討に関する作業会資料より抜粋

## 1. 需給調整市場の概要

- 需給調整市場における調達と運用について
- $\Delta kW$ について
- 調達・運用の流れ
- 需給調整市場における商品の細分化・広域調達の時期について

## 2. 需給調整市場で扱う商品について

- 商品の要件
- 要件定義の考え方

## 3. 需給調整市場システム(調達)の拡張性

## 4. 現状の論点整理

- 実需給時点で発生し得る変動に備え、出力を調整できる状態の電源等を必要な量だけあらかじめ確保しておく必要があり、実需給時点では調整した量に応じたkWhが発生することが調整力の調達と運用であることを念頭におくと、  
**需給調整市場では、「実需給時点で各時間帯毎に必要な能力を持った電源等を、出力を調整できる状態であらかじめ確保すること」を「 $\Delta kW$ 」として取引し契約することになる。**
- なお、kWhは実績に応じた精算となる。これは実需給断面で調整する実誤差が事前には分からないため、卸取引市場のようにkWh受電を契約することができないためである。kW単価(可変費等)はあらかじめ適切な時期に契約しておく必要がある。

	調達	運用
卸取引市場	<p>量(kW)</p> <p>時間(h)</p> <p><math>kW \times h \times \text{単価 (kWh価値)}</math> ※量を確定</p>	<p>量(kW)</p> <p>時間(h)</p> <p>調達した量(確定済)をそのまま受電</p>
需給調整市場	<p>※商品毎</p> <p>二次②</p> <p>二次①</p> <p>一次</p> <p>量(kW)</p> <p>時間(h)</p> <p><math>kW \times h \times \Delta kW \text{単価} (\Delta kW \text{価値})</math></p> <p><math>\Delta kW1</math>, <math>\Delta kW2</math>, <math>\Delta kW3</math></p> <p>t1, t2, t3</p>	<p>※商品毎</p> <p>二次②</p> <p>二次①</p> <p>一次</p> <p>量(kW)</p> <p>時間(h)</p> <p><math>kWh(\text{実績}) \times kWh \text{単価} (\text{可変費等})</math></p> <p><math>\Delta kW1</math>, <math>\Delta kW2</math>, <math>\Delta kW3</math></p> <p>t1, t2, t3</p> <p>※GC後の実誤差を調整するために必要な量のみ受電する。その時点の需給状況により受電しない場合や100%受電の場合もあり得る。</p>
(参考) 容量市場	<p>量(kW)</p> <p>時間(h)(1年間)</p> <p><math>kW \times \text{年間} \times \text{単価 (kW価値)}</math></p>	

## 「 $\Delta$ kWを取引する」とは

- 前回、需給調整市場では、実需給時点で各時間帯毎に必要な能力を持った電源等を、出力を調整できる状態であらかじめ確保することを「 $\Delta$ kW」として取引し契約することになる、と整理したところ。
  - これを踏まえると、「 $\Delta$ kWを取引する」ことは、以下のように考えることができる。
  - 「 $\Delta$ kWを買う」とは
    - ✓ 買い手は一般送配電事業者、売り手は発電事業者などの電源等保有者。
    - ✓ 当該時間に必要な能力をもった調整電源を、調達した量、買い手が調整できる状態で確保し、必要な時に指令できる権利を持つこと。
    - ✓ これに対して対価を支払う。※なお、実際に調整を行った場合は電力量(kWh)に対しても対価を支払う。
  - 「 $\Delta$ kWを売る」とは
    - ✓ 売り手は発電事業者など電源等保有者、買い手は一般送配電事業者。
    - ✓ 当該時間に必要な能力をもった調整電源を、落札した量、買い手が調整できる状態とし、指令を受けた場合はそれに応じる義務を負うこと。
    - ✓ この状態としておくことに対して対価を受領する。※なお、実際に調整を行った場合は電力量(kWh)に対しても対価を受領する。
- (調整電源には発電機だけでなくDRなど調整機能を持つ新たなリソースも含む)

## 1. 需給調整市場の概要

- 需給調整市場における調達と運用について
- $\Delta kW$ について
- **調達・運用の流れ**
- 需給調整市場における商品の細分化・広域調達の時期について

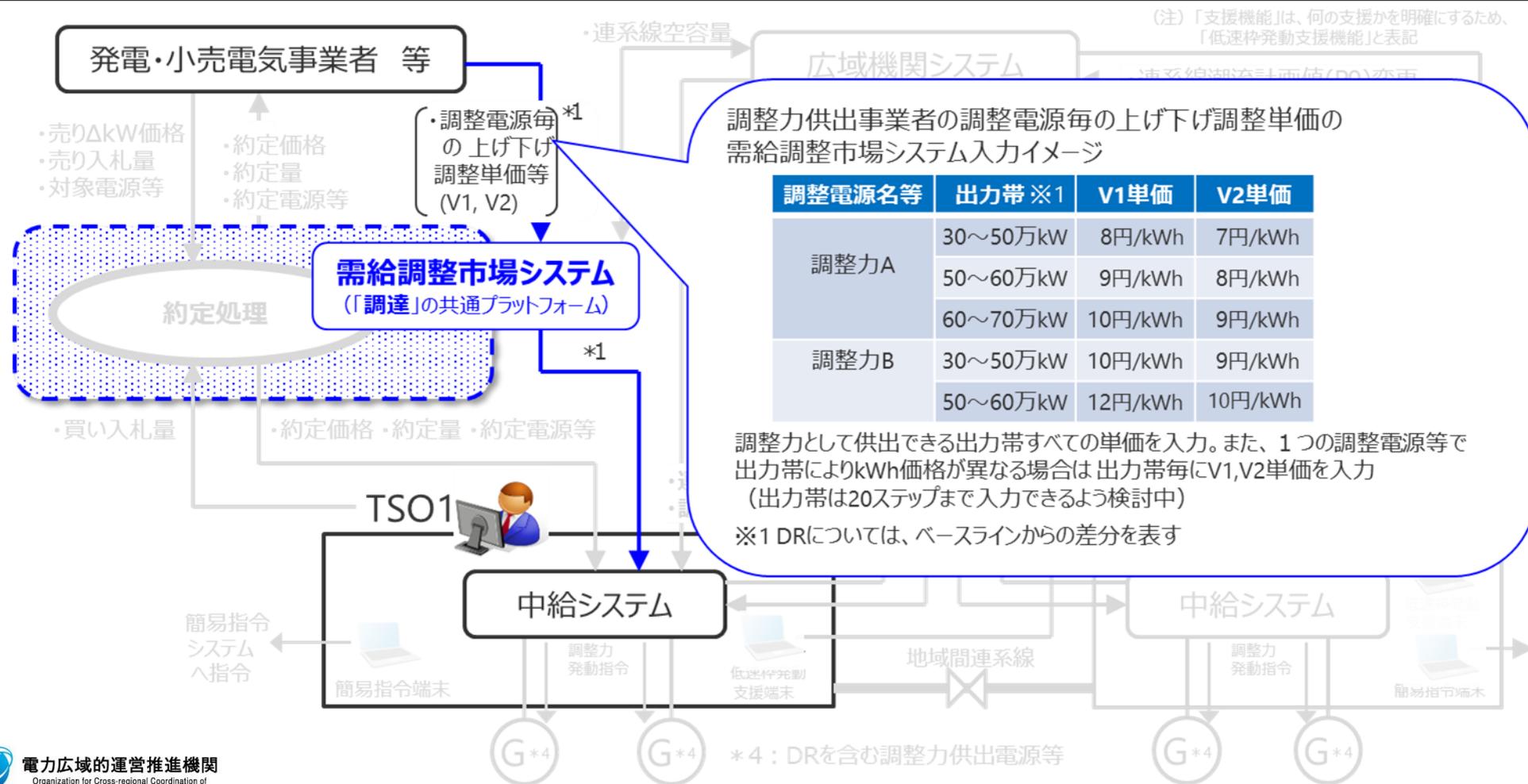
## 2. 需給調整市場で扱う商品について

- 商品の要件
- 要件定義の考え方

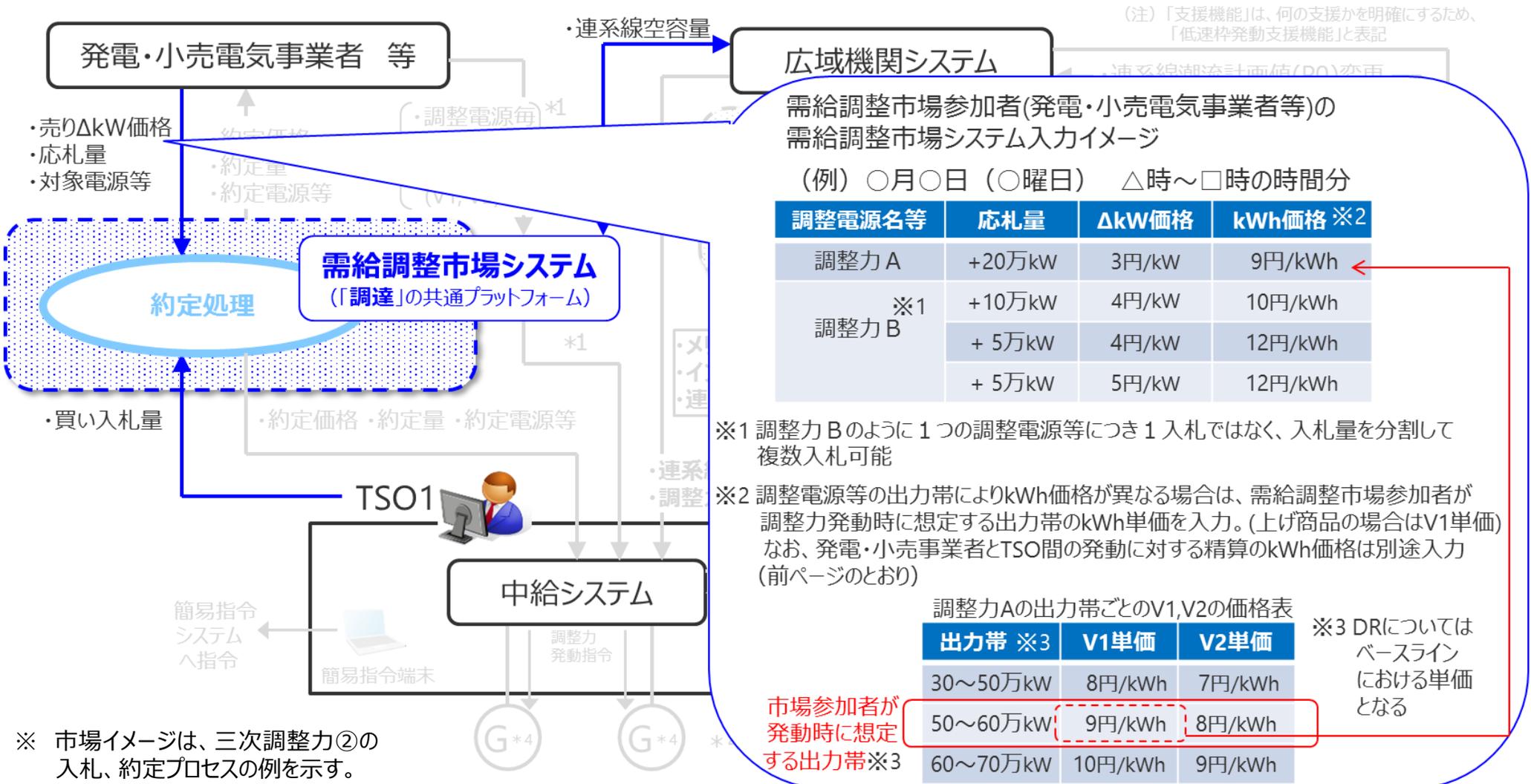
## 3. 需給調整市場システム(調達)の拡張性

## 4. 現状の論点整理

- 調整力供出事業者は、調整電源等毎に、調整力の発動時の上げ調整単価(V1)、下げ調整単価(V2)の情報を、1週間分(土曜日～金曜日)まとめて需給調整市場システムに入力。(需給調整市場(調達)への応札有無に関わらず入力が必要)
- 一般送配電事業者は、これらの情報を中給システムに保存。



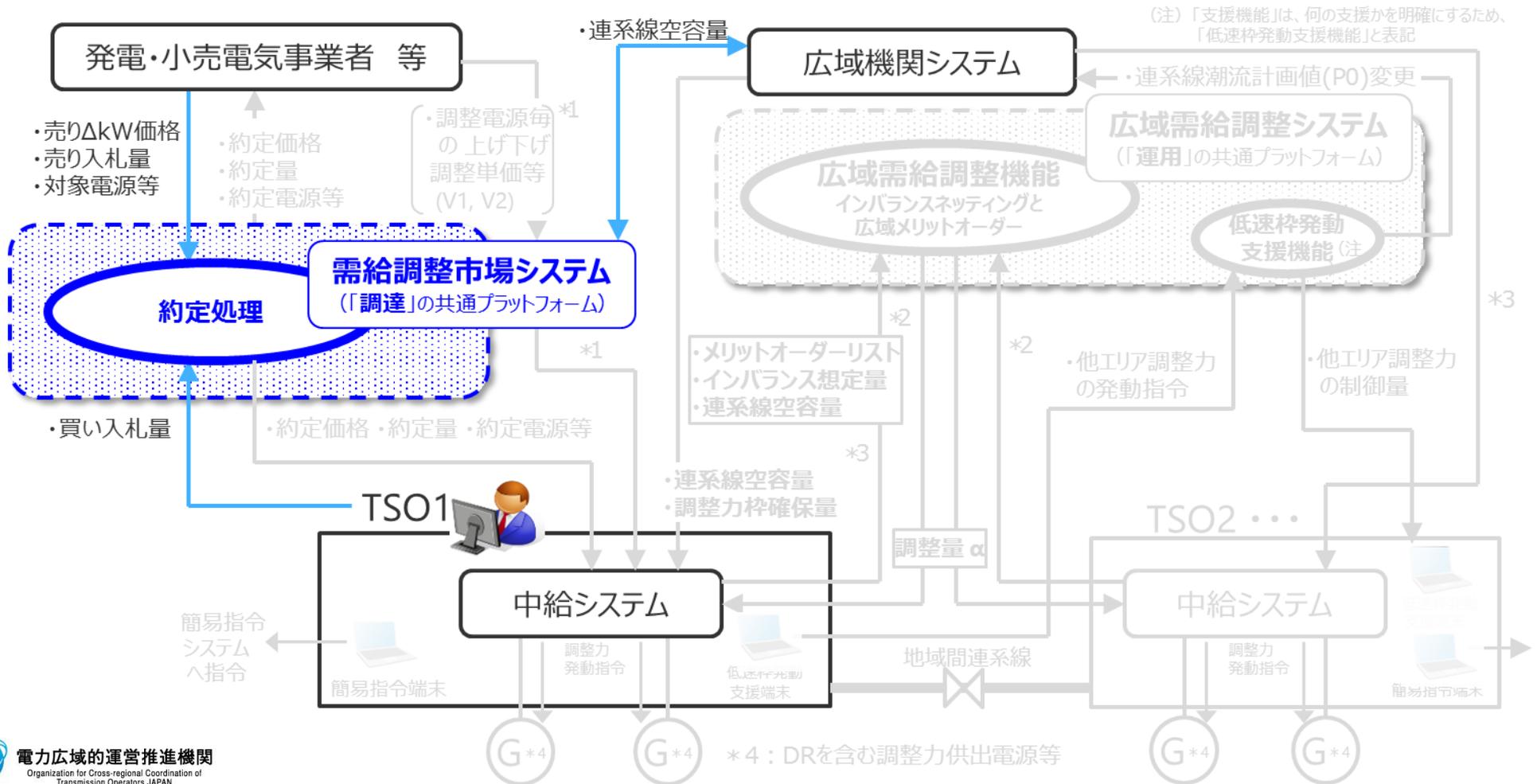
- 需給調整市場(調達)に参加する事業者は、応札する調整電源等の売り $\Delta$ kW価格、応札量等を需給調整市場システムに入力。
- 調達する一般送配電事業者は、必要となる調整力の量を買入札として入力。



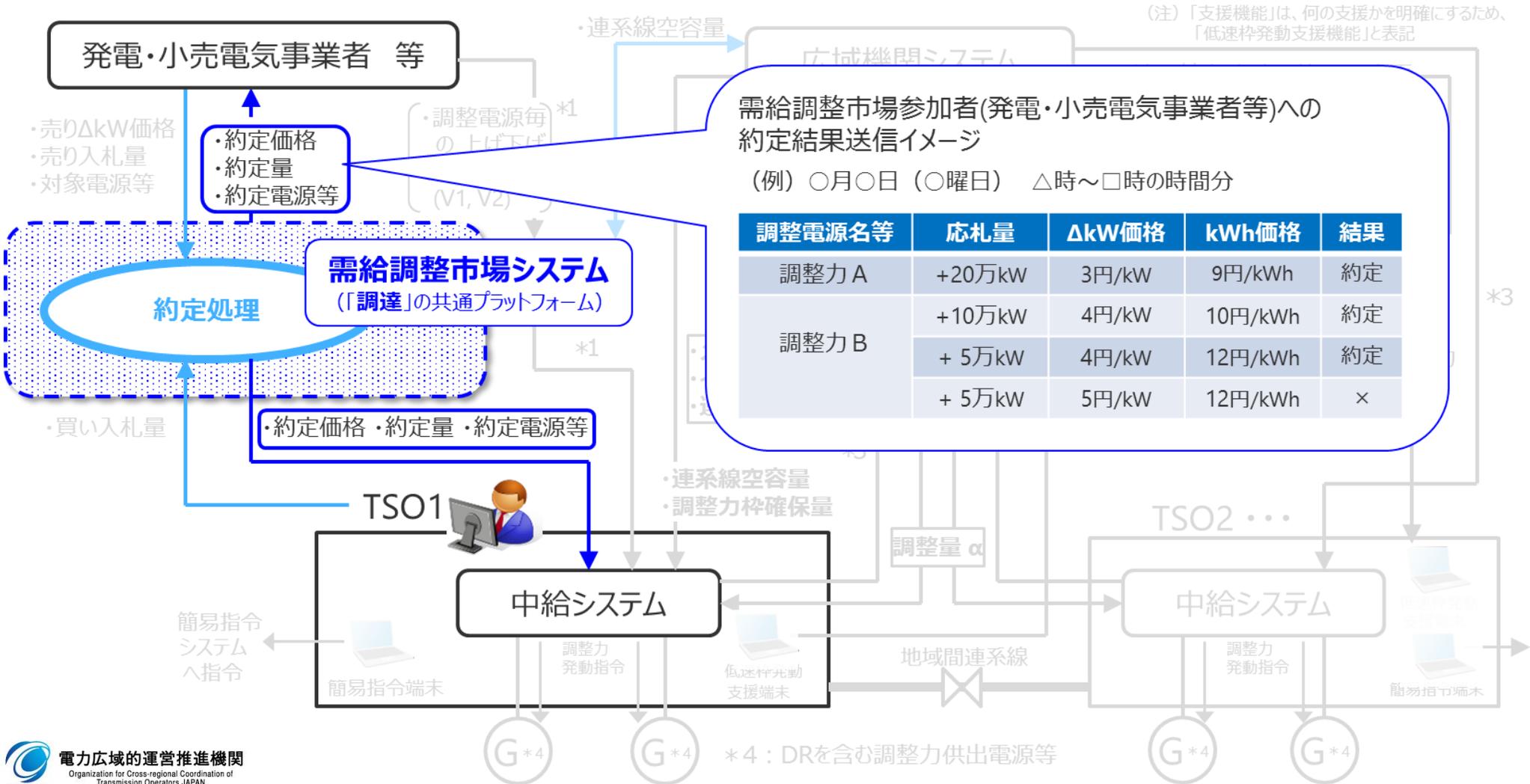
※ 市場イメージは、三次調整力②の入札、約定プロセスの例を示す。

- 需給調整市場システムでは、一般送配電事業者が入札した買い入札量分を、発電・小売電気事業者の応札から $\Delta$ kW価格※の安い順に落札するよう約定処理を実施。

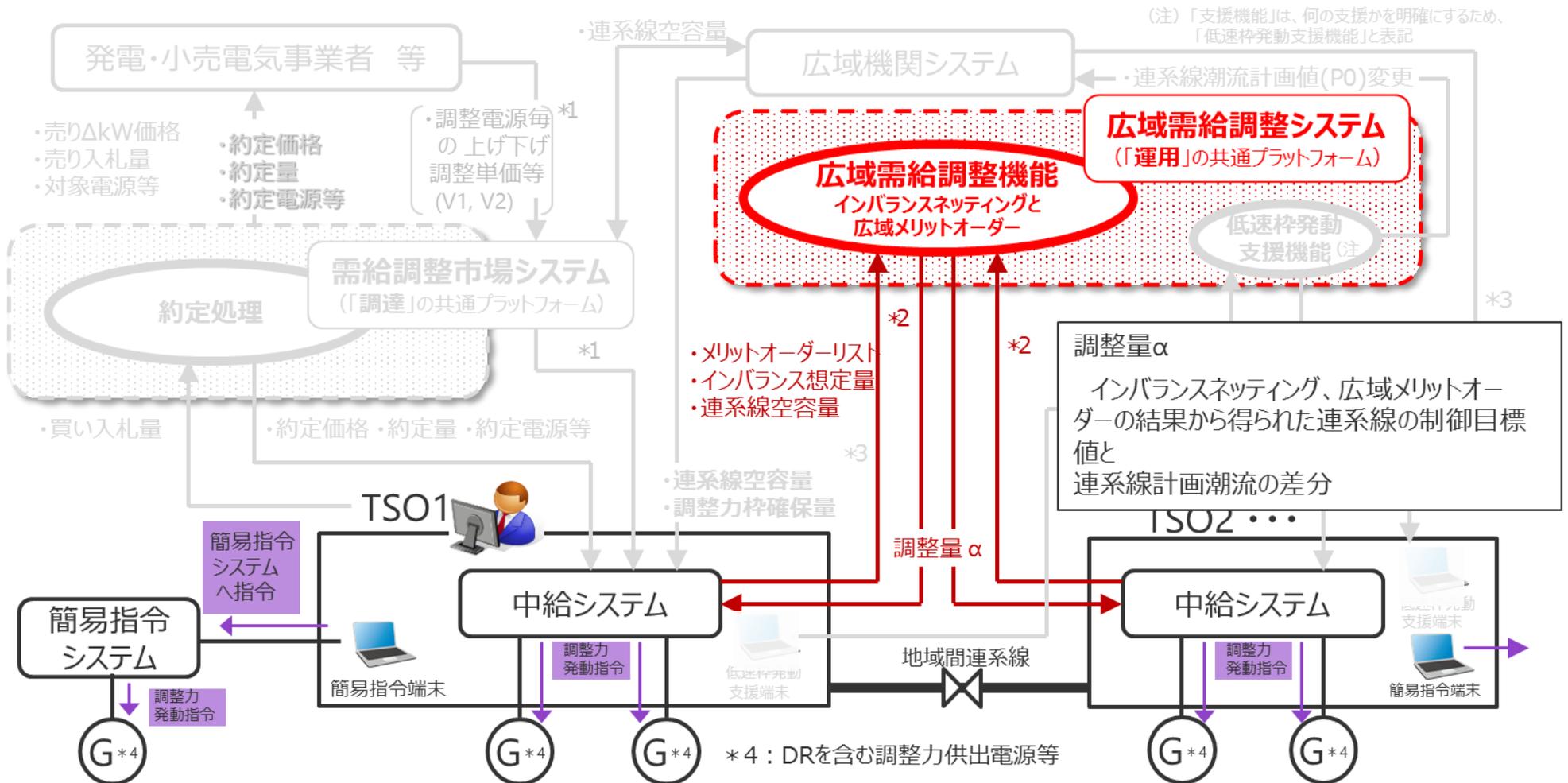
※将来的にkWh価格も考慮して約定処理をする可能性もあり



- 需給調整市場システムで約定処理した結果(約定価格・約定量・約定電源等)を落札した発電・小売電気事業者および関連する一般送配電事業者に送信。
- 需給調整市場(調達)による $\Delta$ kWの精算は、これらの情報に基づき精算。(必要な情報はシステム内で保存)



- 発電・小売電気事業者は、調整力の運用段階で、約定した調整力を供出できる状態とする。(調整力を織り込んだ発電計画を策定する)
- 一般送配電事業者は、広域需給調整システムによるインバランスマネージング、広域メリットオーダー演算の結果である調整量  $\alpha$  を踏まえ、自エリアの需給調整を実施。





## 1. 需給調整市場の概要

- 需給調整市場における調達と運用について
- $\Delta kW$ について
- 調達・運用の流れ
- 需給調整市場における商品の細分化・広域調達の時期について

## 2. 需給調整市場で扱う商品について

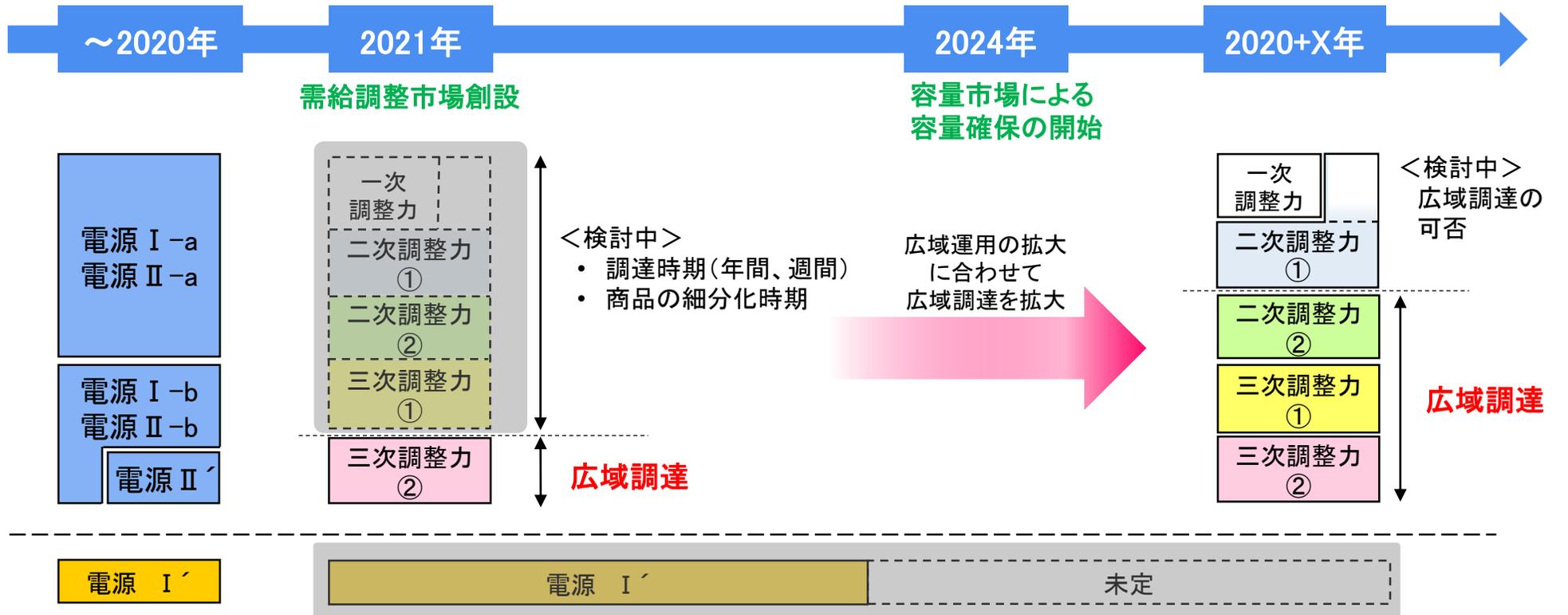
- 商品の要件
- 要件定義の考え方

## 3. 需給調整市場システム(調達)の拡張性

## 4. 現状の論点整理

# 需給調整市場における商品の細分化・広域調達の時期について

- 需給調整市場における商品の細分化・広域調達の時期については以下の方向性であり、それ以外の商品の調達時期や細分化の時期については検討中。
  - ✓ 2020年度においては現在の調整力公募を継続する
  - ✓ 需給調整市場が創設される2021年度においては、三次調整力②を広域的に調達する



<検討中>  
 • 2021年度以降の電源 I' の扱い

(余白)

## 1. 需給調整市場の概要

- 需給調整市場における調達と運用について
- $\Delta kW$ について
- 調達・運用の流れ
- 需給調整市場における商品の細分化・広域調達の時期について

## 2. 需給調整市場で扱う商品について

- 商品の要件
- 要件定義の考え方

## 3. 需給調整市場システム(調達)の拡張性

## 4. 現状の論点整理

- 将来に細分化される基本的な商品メニューは以下の通りとし、DRなど新規参入者の参入障壁とならないことも考慮しつつ、要件について引き続き検討していくこととした。
- 継続時間は、各商品のブロック(調達単位)の長さが最大となる。ブロックの検討において、下表の継続時間よりも短いものが出てくることも考えられるが、これは調整力の必要量と合わせて検討していくこととなる。
- 詳細検討の前に、今回は各要件の定義と設定値について検討を行った。

	一次・二次調整力(GF・LFC)※1		二次調整力② (EDC-H)	三次調整力① (EDC-L)	三次調整力② (低速枠)
	一次調整力 (GF相当枠)				
指令・制御	—	指令・制御	指令・制御	指令・制御	指令
回線※2	—	専用線等	専用線等	専用線等	簡易指令システム等も可
監視の通信方法	オンライン	オンライン	オンライン	オンライン	オンライン
発動までの応動時間	10秒以内	240秒以内	5分以内	15分以内	1時間以内
継続時間※3	240秒以上	15分以上	7～11時間以上	7～11時間以上	3時間程度
応札が想定される主な設備	発電機・蓄電池・DR等	発電機・蓄電池・DR等	発電機蓄電池・DR等	発電機DR・自家発余剰等	発電機DR・自家発余剰等
商品区分	上げ／下げ※4	上げ／下げ※4	上げ／下げ※4	上げ／下げ※4	上げ／下げ※4

※1 一次・二次(GF・LFC)の細分化については参入状況等を考慮して検討

※2 求められるセキュリティ水準も含め今後更なる検討が必要

※3 最大値または指令値を継続して出力し続けることが可能な時間

※4 現状の運用においてはBG計画の中で下げ側の調整幅は十分にあり、事前に一般送配電事業者が確保しておく必要性は少ない。

- 需給調整市場における商品の要件は以下の通りとする。
- なお、要件として求める値は、沖縄エリアを除く9エリアで統一する。

	一次・二次調整力(GF・LFC※1)		二次調整力② (EDC※2-H)	三次調整力① (EDC※2-L)	三次調整力② (低速枠)
	一次調整力 (GF相当枠)	二次調整力① (LFC※1)			
指令・制御	—	指令・制御	指令・制御	指令・制御	指令
回線※3	—	専用線等	専用線等	専用線等	簡易指令システム等も可
監視の通信方法	オンライン	オンライン	オンライン	オンライン	オンライン
応動時間	10秒以内	5分以内	5分以内	15分以内※4,5	45分以内
継続時間	5分以上※4	30分以上※5	30分以上	商品ブロック時間(4時間)	商品ブロック時間(4時間)
供出可能量 (入札量上限)	10秒以内に 出力変化可能な量とし、 機器性能上の GF幅を上限とする	5分以内に 出力変化可能な量とし、 機器性能上の LFC幅を上限とする	5分以内に 出力変化可能な量とし、 オンラインで調整可能な 幅を上限とする	15分以内に 出力変化可能な量とし、 オンラインで調整可能な 幅を上限とする	45分以内に出力変化可 能な量とし、オンライン (簡易指令システムも含 む)で調整可能な幅を上 限とする
最低入札量	5MW※6	5MW※6	5MW※6	5MW※6	1MW
刻み幅 (入札単位)	1kW	1kW	1kW	1kW	1kW
応札が想定され る主な設備	発電機・ 蓄電池・DR等	発電機・ 蓄電池・DR等	発電機 蓄電池・DR等	発電機 DR・自家発余剰等	発電機 DR・自家発余剰等
商品区分	上げ／下げ	上げ／下げ	上げ／下げ	上げ／下げ	上げ／下げ

※1 点線の商品区分けは将来の検討課題

※2 小売電気事業者の経済負荷配分とは異なる

※3 「専用線等」については、回線速度やセキュリティを考慮して専用回線・電力専用網などとすることを検討中

※4 沖縄エリアはエリア固有事情を踏まえて個別に設定

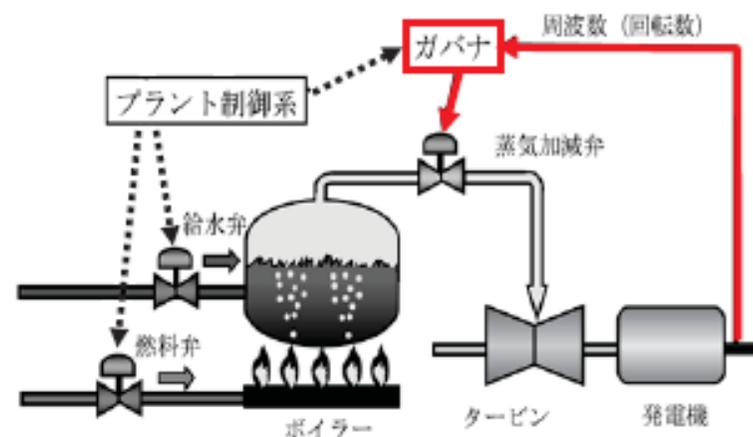
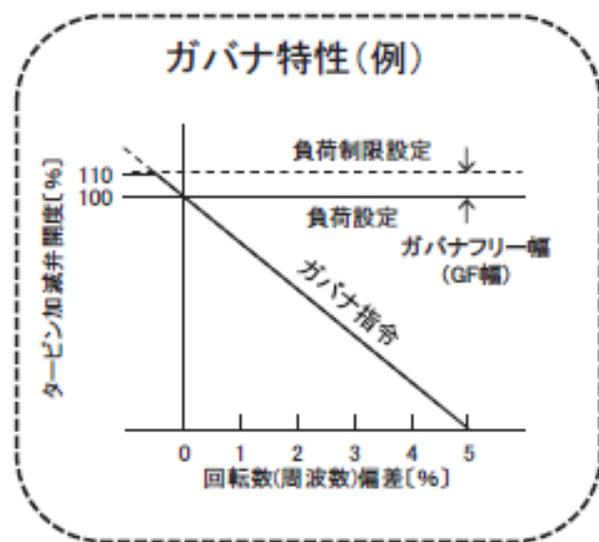
※5 後段の調整力への受け渡しを含めて今後見直す可能性あり

※6 専用線設置数増加や中央給電指令システムの大幅な改造による一般送配電事業者にとって著しいコスト増とならないことを考慮し設定

## 7 【参考】ガバナフリー運転



- ガバナ(調速機)とは、発電機の回転速度を負荷の変動のいかにかわらず、一定に保つように、動力である蒸気および水量を自動的に調整する装置。
- 発電機の回転速度の変化に対して、速度調定率に応じて出力を変化させる運転をガバナフリー運転と呼ぶ。一般に回転速度(周波数)低下時の出力増加の上限として負荷制限(ロードリミット)が設定され、負荷設定からロードリミットまでの余裕をガバナフリー幅という。
- ガバナフリー運転は、発電機が自ら周波数変動に対して出力調整を行う。



出典:電力システムの周波数制御から見た火力機出力応答特性,電気学会論文誌B, 124巻3号(2004)

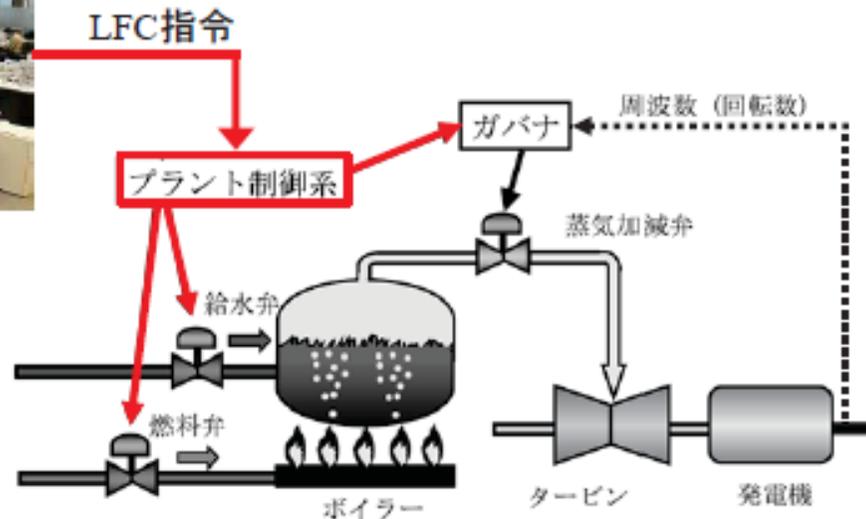
© 2015Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

## 8 【参考】LFC(負荷周波数制御)



- LFC(負荷周波数制御)は、数分から十数分程度までの需要の短時間の変動を対象とした制御であり、中央給電指令所で必要な調整量(地域要求量:AR(Area Requirement))をリアルタイムで計算し、調整対象の各発電機に出力の上げ・下げ信号(LFC指令)を送信する。
- LFC指令を受信した各発電機のプラント制御系では、燃料弁や給水弁を制御するとともに、ガバナの発電出力指令値を変更する。

中央給電指令所



出典:電力系統の周波数制御から見た火力機出力応答特性,電気学会論文誌B,124巻3号(2004)

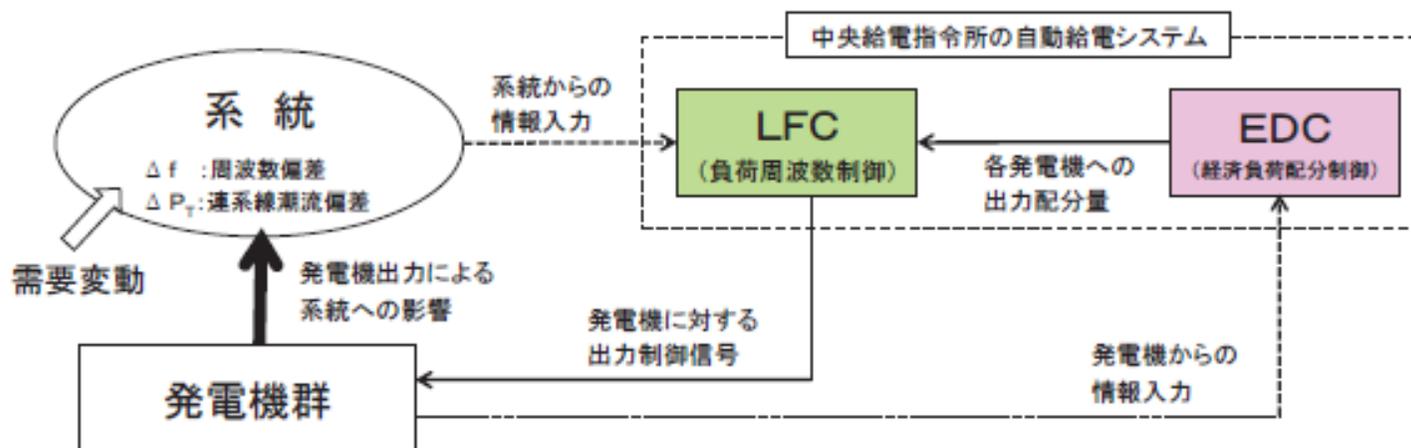
© 2015 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

9 【参考】 LFCとEDC(経済負荷配分制御)の協調制御

(中部電力の自動給電システムのケース)



- 中央給電指令所の自動給電システムは、周波数維持を目的とするLFCと全体の発電費用の最小化を目的とするEDCにより構成される。
- LFCは、周波数偏差( $\Delta f$ )と連系線潮流偏差( $\Delta P_T$ )から、需給の均衡状態へ戻すために必要な調整量(地域要求量(AR: Area Requirement))を算出し、出力変化速度の速い発電機から出力配分量を10秒ごとに決定する。
- EDCは、十数分程度先の需要予測変動量に対し、全体の発電費用が最小となるように、各発電機への出力配分量を5分ごとに決定する。
- LFCが、EDCで求めた出力配分量にARの出力配分量を加えて、各発電機に10秒ごとに出力上げまたは出力下げ信号を送出する。



© 2015 Chubu Electric Power Co., Inc. All rights reserved.

## 1. 需給調整市場の概要

- 需給調整市場における調達と運用について
- $\Delta kW$ について
- 調達・運用の流れ
- 需給調整市場における商品の細分化・広域調達の時期について

## 2. 需給調整市場で扱う商品について

- 商品の要件
- 要件定義の考え方

## 3. 需給調整市場システム(調達)の拡張性

## 4. 現状の論点整理

## 応動時間・継続時間・供出可能量(入札量上限)・最低入札量・刻み幅(入札単位)

- 各要件における定義と要件設定の考え方は以下のとおりとする。
- なお、応動時間については応札者に求める要件であるため、「指令を出してから指令値まで出力を変化するのに要する時間」(第14回制度検討作業部会にて定義)から「中央給電指令所からの指令を受信してから指令値まで出力を変化するのに要する時間」に変更する。

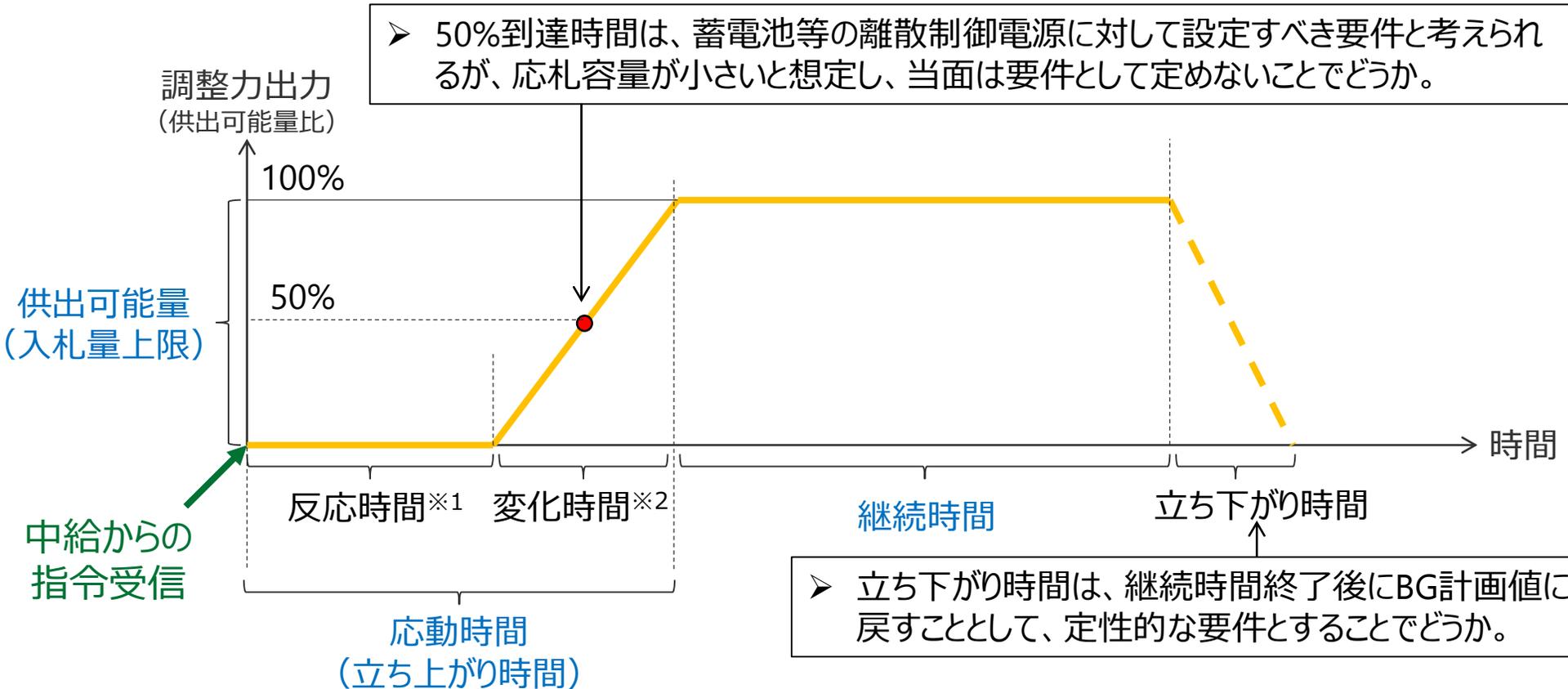
要件	定義	要件設定の考え方(必要性)
応動時間	中央給電指令所からの指令を受信※1してから供出可能量まで出力を変化するのに要する時間 ※一次調整力(GF)は、自端にて周波数偏差を検出してから供出可能量まで出力を変化させるのに要する時間	商品区分ごとにターゲットとする変動要素※1に追従できる調整力を調達可能とするため設定
継続時間	供出可能量の範囲での指令値を継続して出力し続けることが可能な時間	商品間での受け渡しおよび、入札される電源等の性能も考慮し、一般送配電事業者の調整力調達量を不足させないため設定
供出可能量(入札量上限)	応動時間内に自動※2で出力変化可能な量	応動時間内に供出量に満たなければ、確保している調整力が不足する可能性があるため、確実に応動できる量を要件として設定
最低入札量	入札する上で最低限必要とする量	効率的に周波数制御・需給バランス調整を行うためには、一定規模以上の電源等であることが望ましいことから、各商品において適切な最低容量を設定
刻み幅(入札単位)	入札可能とする単位	最低入札量から供出可能量の範囲における入札可能な最小単位を指定

※1 例えば、GFの場合、数秒～数分の短時間の需要変動

※2 簡易指令システムを使用した制御では人間系が介在

# 応動時間・継続時間・供出可能量(入札量上限)のイメージ

■ 応動時間・継続時間・供出可能量(入札量上限)のイメージを示す。



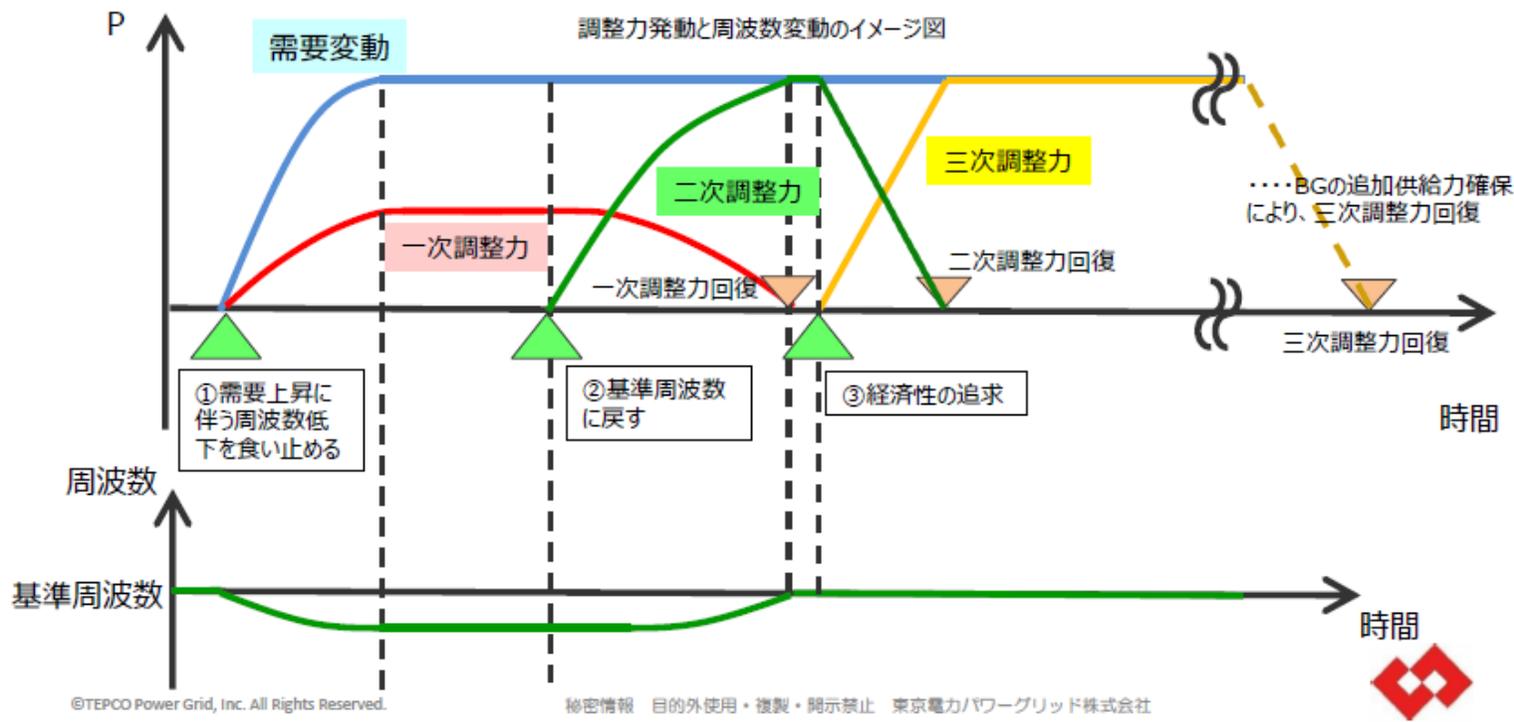
- ※ 下げ調整力に関するイメージも同様
- ※1 指令を受信してから出力変化を始めるまでの時間
- ※2 出力変化し始めてから供出量に到達するまでの時間

### ① 機能間(一次・二次・三次)の受け渡し (理想的な応動)

4

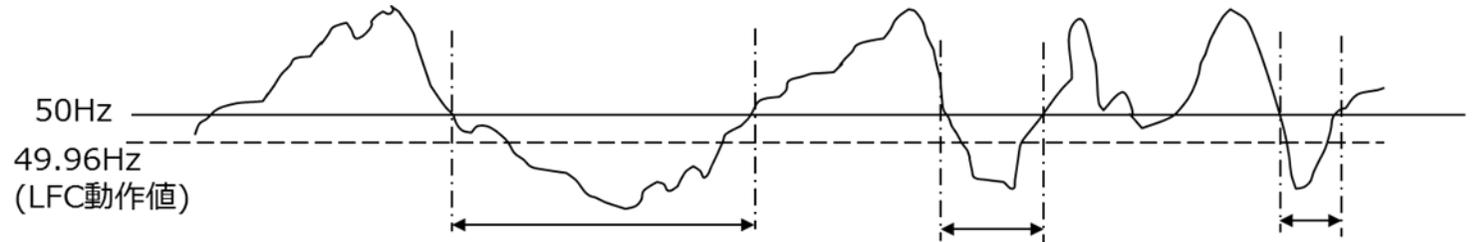
理想的な制御の受け渡し例 (需要上昇時)

- ① 一次調整力を活用し、周波数低下を食い止める制御を実施。
- ② 二次調整力を活用し、周波数を基準周波数に回復させる【一次調整力から二次調整力への受け渡し】  
⇒一次調整力を回復させ、次の事象に備える。
- ③ 三次調整力を活用し、発電機出力を指令。経済的な持ち替えを実施【二次調整力から三次調整力への受け渡し】  
⇒二次調整力を回復させ、次の事象に備える。



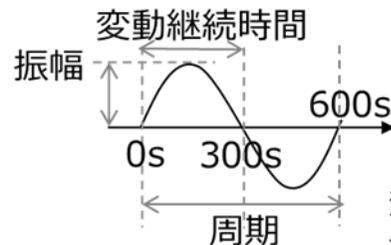
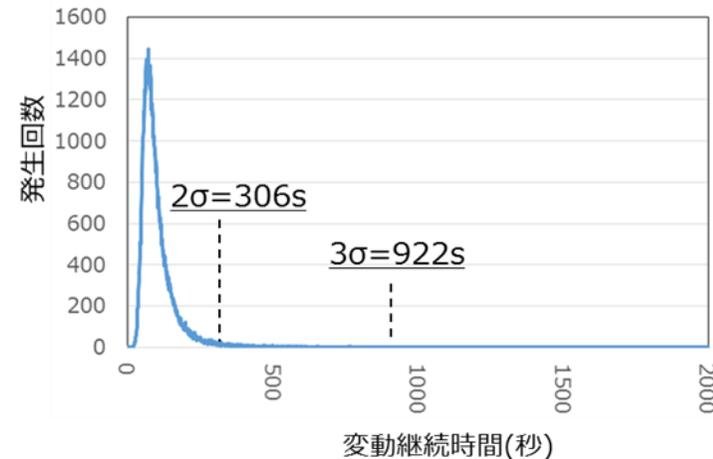
(参考) 要件の変更について  
 一次調整力 (GF) における継続時間・二次調整力① (LFC) における応動時間の変更

- 現状の周波数品質を維持することを目的に、周波数変動実績に着目した。
- 具体的には、LFCが動作する変動があった場合の基準周波数逸脱から戻るまでの時間を計算した。



戻り時間の $2\sigma$ 値  
 $\rightarrow 306s \approx 5分$

戻り時間の $3\sigma$ 値  
 $\rightarrow 922s \approx 15分$



変動継続時間が300秒の場合、  
 その変動周期は倍の600秒

- 周波数戻り時間の $2\sigma$ パーセンタイル値をGFの継続が必要な時間かつ、後段のLFCの発動が必要な領域と考え、一次調整力(GF相当枠)の継続時間および後段の二次調整力①(LFC)の応動時間を「240秒以内」→「5分以内」に変更する。

### 【二次調整力①の継続時間】

- 二次調整力①は後段の三次調整力①への受け渡しを前提に、三次調整力①の応動時間(15分以内)と、その重なりも考慮し、二次調整力①継続時間を「15分以上」→「30分以上」に変更する。

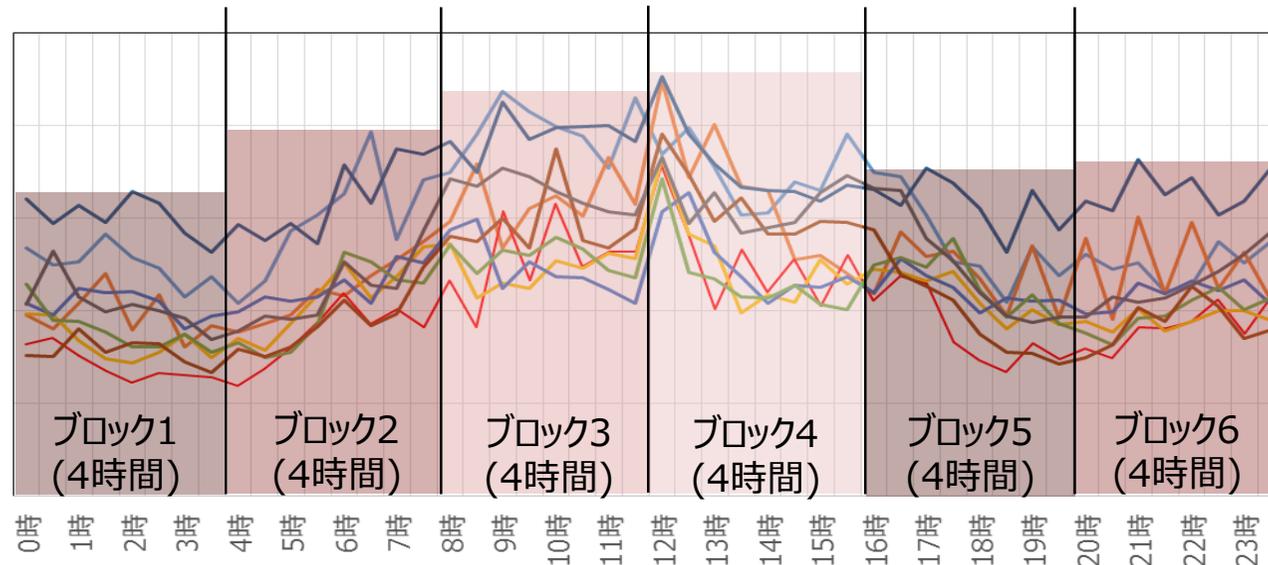
### 【二次調整力②の継続時間】

- 二次調整力②は後段の三次調整力①への受け渡しを前提に、三次調整力①の応動時間(15分以内)と、その重なりも考慮し、二次調整力②継続時間を「7～11時間以上」→「30分以上」に変更する。

### 【三次調整力①の継続時間】

- 下図のように、調整力対象発電機と調整力必要量の双方を考慮して決定した時間区切りを商品ブロックとし、三次調整力①継続時間を「7～11時間以上」→「商品ブロック時間(4時間)」に変更する。

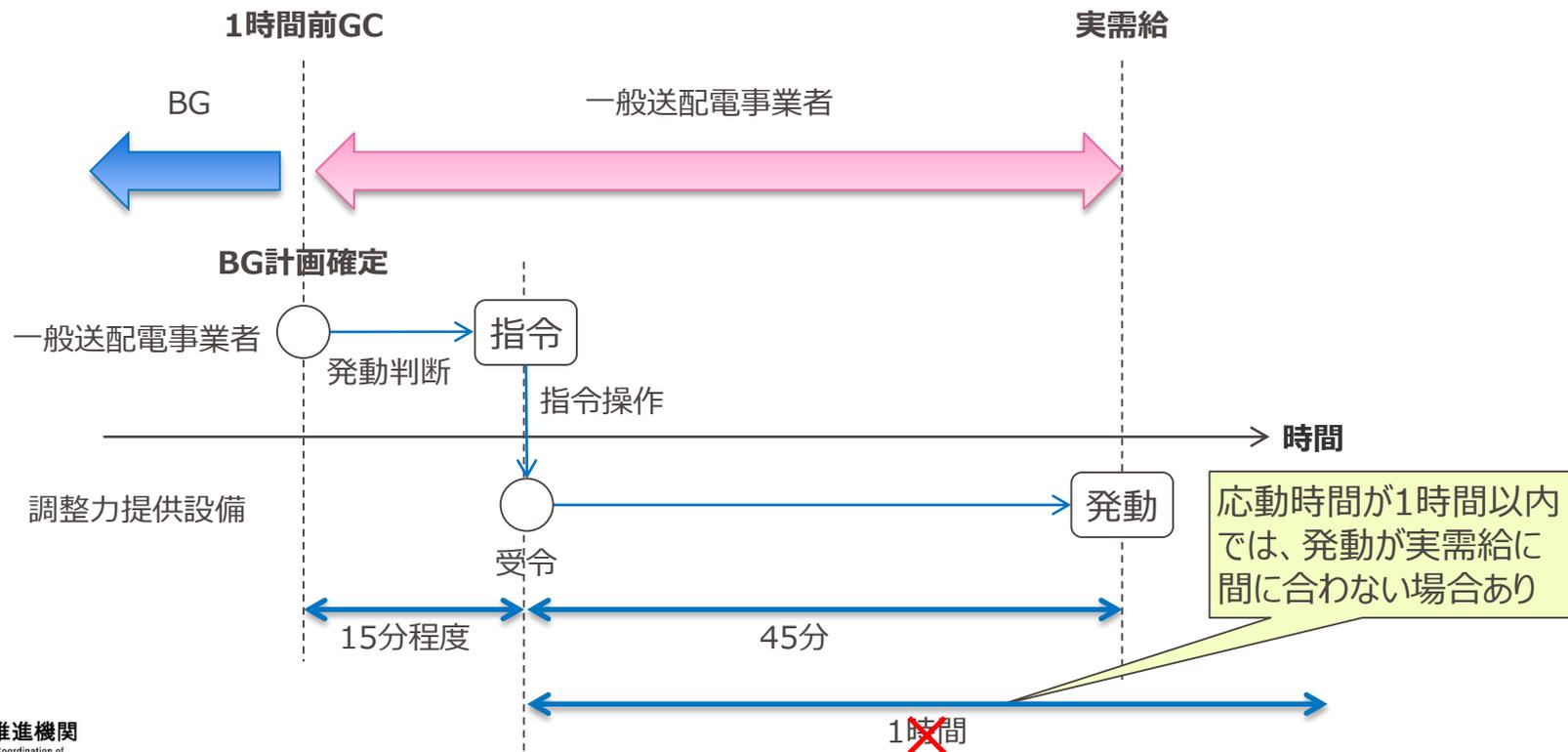
【各エリアにおける細分化された調整力の必要量積み上げイメージ】



(参考) 要件の変更について  
 三次調整力② (低速枠) における応動時間の変更

- 30分計画値同時同量制度上、一般送配電事業者の制御領域はGC以降となるが、実需給断面のインバランスを想定しつつメリットオーダーを考慮する等、判断する時間が必要がある。
- また、簡易指令システムを用いて指令する場合、システムの操作時間も考慮する必要がある。

- 一般送配電事業者の三次調整力② (低速枠) の発動判断時間およびシステムの操作時間を15分程度見込むと、応動時間を「1時間以内」→「45分以内」に変更する。



## 1. 需給調整市場の概要

- 需給調整市場における調達と運用について
- $\Delta kW$ について
- 調達・運用の流れ
- 需給調整市場における商品の細分化・広域調達の時期について

## 2. 需給調整市場で扱う商品について

- 商品の要件
- 要件定義の考え方

## 3. 需給調整市場システム(調達)の拡張性

## 4. 現状の論点整理

本小委員会 資料4「需給調整市場システム(調達)の開発に向け整理が必要となる論点とシステムの拡張性・柔軟性での対応について」  
(P12~P15)を挿入予定

## 1. 需給調整市場の概要

- 需給調整市場における調達と運用について
- $\Delta kW$ について
- 調達・運用の流れ
- 需給調整市場における商品の細分化・広域調達の時期について

## 2. 需給調整市場で扱う商品について

- 商品の要件
- 要件定義の考え方

## 3. 需給調整市場システム(調達)の拡張性

## 4. 現状の論点整理

本小委員会 資料6「本小委員会の議論の方向性と今後の進め方」  
(P2～P8)を挿入予定